

Исследования и исследователи

Юлий Самойлович Мурашковский, консультант-эксперт по теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), председатель совета Латвийской общественной организации ТРИЗ

Сколько надо мышлений?

Для того чтобы разумно и перспективно решать вопрос о подготовке исследователей, необходимо определить, какие качества им нужны.

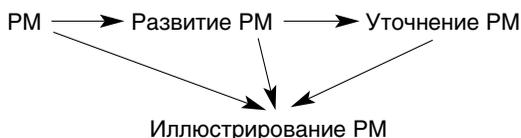
Уже Т. Кун в своих работах ясно показал, что этапы «революций» и «нормальной науки» имеют совершенно разные интеллектуальные задачи. Это подтверждается и научными противниками Куна — Поппером и Лакатосом. Сейчас мы знаем, что дело в природе выстраиваемых моделей.

Исследования развития научных представлений показали, что их смены носят закономерный характер. Удалось выявить этапы развития научных представлений. На сегодняшний день схема эта выглядит так:

**Простые аналогии — Классификации —
Периодизации — Эволюции — Эволюции эволюций...**

Каждый из этих этапов начинается «революцией» и продолжается «нормальной наукой». Но построение аналогий требует одних — мыслительных операций, построение классификаций — других, периодизаций — третьих... Пять этапов — пять разных видов мышления.

Кроме того, в «нормальной науке» тоже могут быть задачи трёх разных видов, разных степеней сложности. После появления «революционной» модели (РМ) схема развития её выглядит следующим образом.



Развитие РМ предусматривает создание новых «подмоделей» там, где новорождённая модель не стыкуется с фактами. По сути, это маленькие революции, только в рамках уже

созданной модели. Уточнение РМ таких революций не требует. Просто становятся более понятными или численно уточняются нюансы РМ. Иллюстрирование же — это просто подбор примеров, полностью соответствующих модели, её подмоделям и уточнениям. Эта деятельность ничего не даёт самой модели, но необходима для обучения.

Каждая из этих задач требует своих, отличных от других, качеств исследователя. То есть по четыре подвида мышления на каждом этапе развития представлений.

Двадцать разных мышлений — не слишком ли много?

К счастью, не всё так плохо. Во-первых, качества, необходимые исследователю в рамках «нормальной науки», на разных этапах развития представлений в основном совпадают. Во-вторых, качества, нужные на этапе «революционной науки», образуют стандартные комплексы.

Подумаем, прежде чем думать

Когда сравниваешь модели, построенные на этапе «революционной науки», с предыдущими моделями того же явления, то вызывает удивление, как исследователь мог поставить столь точно направленные эксперименты, сразу отыскать нужную информацию. Чем больше таких сравнений делаешь, тем больше убеждаешься — этого просто не может быть! Так родились мифы об особой интуиции гениев, о получении информации из космоса и т.п.

Мы знаем, что из новорождённого ребёнка никогда сразу не получится взрослый человек. Процесс взросления мы наблюдаем постоянно, поэтому превращение ребёнка во взрослого не кажется нам ни таинственным, ни имеющим космическое происхождение. Мы знаем, что этот процесс имеет **промежуточные стадии**. Почему бы не предположить

то же самое и для «взросления» новой, революционной модели?

Такие промежуточные этапы действительно обнаружены. О некоторых из них мы сейчас поговорим.

Начнём с примера. Физики начала XIX века для получения электрического тока всюю использовали электрические батареи, состоящие из попеременно положенных друг на друга дисков двух разных металлов. Если такой столб обернуть тканью, смоченной в кислоте, то на концах столба образуется разность потенциалов. Замкнём цепь — и в ней потечёт ток. Но откуда он там берётся — никто понять не мог. Выдвигались разные гипотезы, связанные с характером металлов, с температурой, с плотностью прижатия дисков друг к другу и т. д.

Чтобы прояснить этот механизм, Фарадей поставил серию экспериментов, но связанных не с металлами, а... со смачивающей жидкостью. Он заменял смачивающие жидкости и описал, при какой из них возникает, а при какой — нет. И построил модель, по которой ток возникал при химическом взаимодействии смачивающей жидкости с металлами дисков.

Когда читаешь об этом, возникает чёткое впечатление, что Фарадей **заранее знал**, что надо искать. Никаких «творческих поисков», никаких «проб и ошибок». Сразу серия точных экспериментов в области именно химии электролитов.

Перед нами чёткое противоречие: исследователь должен был знать, что и где искать, поскольку он сразу выбрал точное направление поисков, и не должен был знать, поскольку знать было неоткуда.

Это противоречие неплохо решается, если допустить, что исследователь действительно знал заранее, но не ответ на вопрос, как это происходит, а ответ на вопрос, где искать ответ.

Мог ли Фарадей знать заранее, что ответ следует искать именно в химии электролитов? А как же иначе, если он до этого много лет занимался химией, открыл законы электрохимии и даже предложил сам термин «электролит».

Проверка нашего предположения показала, что появлению хорошей «революционной» гипотезы предшествует «**протогипотеза**». Она заключается в следующем: **ответ на во-**

прос, факт, который высветит путь к ответу, корни новой закономерности должны содержаться в таком-то явлении, в такой-то области науки. Протогипотеза возникает из эрудиции исследователя. Ни одна из изученных протогипотез не была выдвинута вне имеющихся знаний её автора.

Проверим нашу гипотезу на других примерах.

Гипотезу Дарвина об отборе как о движущей силе эволюции часто приписывают его знакомству с работами Мальтуса. Однако ряд фактов говорит о том, что гипотеза была выдвинута гораздо раньше. Проверим, не было ли «в запасе» у Дарвина знаний, связанных с отбором при эволюции.

Оказывается, были. Он занимался вопросами селекции домашних животных. Там отбор очевиден и никем не оспаривается. Осталось только перенести аналогию и развить её.

В записной книжке, относящейся к 1837–1838 гг., высказана мысль об общем происхождении видов. «Противники (единства происхождения) скажут: покажите нам переходные ступени. Я отвечу на это: да, если вы покажете переходные ступени между бульдогом и борзой». Как видно из этого замечания, у него уже появилась мысль об аналогии между искусственным созданием новых пород и естественным появлением их.

Ещё пример. Лавуазье сразу и с поразительной целеустремлённостью принимается за изучение процессов горения и прокаливания путём тщательного взвешивания компонентов и аппаратов для опытов. Учтём при этом, что взвешивание в то время не считалось научным методом, а кроме веществ, имеющих вес, в научном обиходе были многочисленные «флюиды», веса не имеющие. При присоединении или улетучивании флюида вес мог увеличиться, уменьшиться или остаться неизменным. Какой же смысл взвешивать?

Что было известно Лавуазье на эту тему? Оказывается, он в большом количестве читал трактаты арабских алхимиков, которые взвешивали вещества, применяемые ими для опытов, и отмечали изменения веса в процессе прокаливания.

Только после того, как протогипотеза укажет путь, на котором следует искать ответ, можно начинать исследования по выбранной теме. И первые же результаты этих исследований дают **гипотезу: вот этот факт, который указывает путь к ответу, вот этот ответ, вот искомая закономерность.**

Куда ведут правильные пути?

Новая модель даёт концепцию для серии поисковых опытов или сбора информации. При этом обнаруживаются новые явления, которые подтверждают новую модель. Но появляются и результаты, которые в неё не укладываются. Т. Кун назвал такие ситуации «головоломками». Решая головоломки, исследователь согласует исходную модель с фактами, которые напрямую не укладывались в модель. В результате модель усложняется, обрастает ответвлениями, но становится точнее, охватывает всё больше фактов, ситуаций.

В ТРИЗ эти головоломки принято называть противоречиями. И по умолчанию считается, что решение противоречий — это шаг вперёд в развитии модели, в развитии науки.

Но так ли это? Рассмотрим конкретный пример.

Теория флогистона говорит о том, что при горении из тела улетучивается флюид флогистон. В результате продукты горения имеют меньший вес, чем исходное тело. Действительно, опыты — горение лучины, свечи и т.п. — это подтверждают. Но по результатам опытов арабских алхимиков, повторённых европейскими учёными, вес целого ряда веществ — ртути, серы — после сгорания увеличивается. Как это объяснить?

Решение предложил один из крупнейших химиков Европы — Шееле. Он предположил, что при выходе из таких веществ флогистона в них образуются микроскопические поры. Эти поры тут же заполняются воздухом. Вес тела с воздухом в порах, конечно же, больше, чем вес исходного тела с флогистоном.

Если исходить из тогдашних представлений, то противоречие решено блестяще. Теория флогистона одержала ещё одну убедительную победу. Но мы с вами уже знаем, что дни флогистона были сочтены. Её заменила теория окисления Лавуазье.

То есть решение головоломки способствует не прогрессу науки, а выживанию той модели, для которой эта головоломка решается. А какова роль этой модели в науке — просто не имеет значения.

Ту же самую головоломку Лавуазье решил по-другому. Часть воздуха действительно присоединяется к сгорающему телу. Присоедине-

ние идёт не в поры, а на молекулярном уровне. Но никакого флогистона не выделяется. Просто потому, что его нет. Десятки экспериментов с точным взвешиванием математически подтвердили эту модель.

Если же модели «равноправны», то исследователи, работающие в рамках разных моделей, решают головоломки по согласованию новых фактов со своими моделями. Пример: явления дифракции и поляризации были объяснены как в рамках корпускулярной теории света (Ньютон), так и в рамках волновой (Гюйгенс, Френель и др.).

Многоэтажные модели

Первоначальные модели строятся для довольно узкого круга явлений. По мере развития в рамках «нормальной науки» модель становится всё шире, охватывает всё больший круг фактов. Но факты эти одного ранга. Тот же Лавуазье поначалу расширял свою модель для разных веществ, как простых, так и сложных. Но только для неорганических.

Однако рано или поздно наступает момент, когда аналогию, лежащую в основе модели, начинают проверять и для надсистемы данных фактов. Пример: расширяя свою модель горения как присоединения кислорода, Лавуазье объясняет процессы в живых организмах как окисление углерода и водорода. Отсюда вывод о том, что органические вещества состоят из углерода и водорода.

Такая «зацикленность» на одной модели имеет и отрицательные стороны. Тот же Лавуазье в рамках модели «металлы + кислород = кислота»¹ (пытался получить кислоту, сжигая «горючий газ» (водород). Кислоты не получалось. Воду Лавуазье просто не заметил, пока этого не сделал Кавендиш.

Аналогии служат затем основой классификаций. Так, по модели Лавуазье, горение — это присоединение к веществу кислорода. В зависимости от того, к какому исходному веществу присоединён кислород, Лавуазье построил первую серьёзную классификацию неорганических соединений.

Для понимания механизма построения новых моделей необходимо рассмотреть ещё одно явление — надмодель. Так мы условимся называть широкомасштабные парадигмы, определяющие целые мировоззрения. Надмодели обычно принимаются как аксиомы — без доказательств. Они очевидны для тех, кто ими пользуется.

¹ Под словом «кислота» тогда подразумевали вещества, которые сейчас называют как кислотами, так и кислотными оксидами. Эти два типа веществ не разделяли.

Таковыми надмоделями были и механицизм, и электричество, и гравитация. Например, устойчивость молекул объясняли притяжением между атомами, входящими в состав молекулы.

Показательный пример абсолютизации надмодели — космогонические взгляды Канта. К тому времени теория Коперника стала общепринятой. Коперник показал, что Земля не является исключительной планетой, а вращается вокруг Солнца точно так же, как и все остальные планеты. Эта «одинаковость» стала надмоделью. И Кант, обычно точный в своей логике, со спокойной совестью рассуждает о формах жизни и устройстве цивилизаций на Марсе, Сатурне и других планетах. Мысль о том, что планеты могут быть непригодными для жизни, оказывается совершенно невозможной, она даже не приходит в голову.

Обычно новые модели строятся в рамках той же самой надмодели. Но рано или поздно наступает революция и на этом ранге. Это вовсе не означает, что сразу сменяются все модели в рамках прежней надмодели. Часто модели прежнего типа бывают настолько привычными и удобными, что остаются в научном обиходе веками. После работ Эйнштейна исчезла

надмодель, подразумевавшая существование абсолютных времени и пространства. Но механика Ньютона, построенная на этих абсолютах, жива-здора и широко применяется по сей день. Такие понятия, как теплопроводность, тепловой поток, теплосопrotивление имеют явно «флогистонное» происхождение, что не мешает им прекрасно работать в современной теплотехнике.

В ряде случаев факт, не вписывающийся в модель, прекрасно трактуется в рамках надмодели. Пример: Фарадей, изучая воздействие магнита на разные материалы, обнаружил явление «магнитного трения» — качающийся между полюсами магнита объект тормозится. Фарадей дал объяснение этому явлению не в рамках магнитной модели, а в рамках общей механики.

Как мыслить исследователю?

Более детальные исследования дали возможность выявить качества мышления, необходимые исследователю на разных этапах². Они приведены в таблице. Примеры вынесены отдельно, чтобы не загромождать таблицу.

Таблица типов исследователей и необходимых им качеств

Тип исследователя	Объекты изучения	Основные цели	Необходимые качества	Примеры (список после таблицы)
1. Собиратели ³	Факты, описания объектов и явлений.	Первичный сбор информационного фонда.	Мотивация собирания, терпение, скрупулёзность, наблюдательность. Умение не относить факт к известной модели.	1–4.
2. Аналогисты	Свойства фактов, объектов, явлений	Сравнивая с известным, создать первичные представления об описываемых фактах, объектах, явлениях.	Воображение, наблюдательность, образное мышление, энциклопедическая эрудиция. Умение придумывать терминологию. Умение не относить факт к известной модели. Умение переходить от рассмотрения одного объекта к рассмотрению множеств и статистических множеств объектов. Умение выходить в надсистемы представлений. Умение преодолевать надмодель или менять её.	5–12. 34. 35. 37. 41.
2.1. Развиватели аналогий		Расширить и углубить аналогии.	Умение видеть базовую модель ⁴ во внешне неподходящих случаях. Эрудиция в смежных областях. Умение заменять терминологию. Умение выходить в надсистемы представлений.	13–16. 38.

² По материалам из истории изучения электромагнетизма, света, ботаники, общей биологии, неорганической химии, органической химии, астрономии, космогонии, первобытной истории.

⁴ То есть модель, которую в данном случае развивают, уточняют, иллюстрируют.

³ Собираание фактов тоже происходит не само по себе, а в рамках определённой концепции. Но это отдельная тема.

Тип исследователя	Объекты изучения	Основные цели	Необходимые качества	Примеры (список после таблицы)
2.2. Уточнители аналогий		«Расцветить» аналогии.	Умение видеть базовую модель независимо от деталей.	17–19.
2.3. Иллюстраторы аналогий		Добавить примеры, образцы аналогий.	Умение видеть базовую модель.	
3. Классификаторы	Общности свойств фактов, объектов, явлений.	Сравнивая аналогии между собой, систематизировать их по общим свойствам. Общности могут быть во внешних признаках, в строении и в принципе действия (деятельности). Аналогии при этом меняются.	Системность и комбинаторность мышления, пространственное воображение, умение оперировать одновременно несколькими параметрами. Умение придумывать терминологию. Умение не относить факт к известной модели. Умение переходить от рассмотрения одного объекта к рассмотрению множеств и статистических множеств объектов. Умение выходить в надсистемы представлений. Умение преодолевать надмодель или менять её. Умение переходить от однофакторных систем к многофакторным.	20–24. 36. 39. 42. 43.
3.1. Развиватели классификаций		Расширить и углубить классификацию.	Умение видеть базовую модель во внешне неподходящих случаях. Умение заменять терминологию. Умение выходить в надсистемы представлений. Умение переходить от однофакторных систем к многофакторным.	25–27. 40. 44.
3.2. Уточнители классификаций		Уточнить признаки, по которым объект отнесён к данному классу.	Умение видеть базовую модель независимо от деталей.	28–31.
3.3. Иллюстраторы классификаций		Подобрать примеры отнесения к тому или иному классу.	Умение видеть базовую модель.	32–33.
4. Периодизаторы	Последовательности (изменения) классификаций.	Выстроить дискретную последовательность классификаций. Классификации становятся специализированными для каждого периода.	Временное воображение (короткое). Умение придумывать терминологию. Умение не относить факт к известной модели. Умение выходить в надсистемы представлений. Умение переходить от рассмотрения развития в онтогенезе к рассмотрению развития в филогенезе. Умение преодолевать супермодель или менять её.	
4.1. Развиватели периодизаций		Построить разные варианты периодизаций.	Умение видеть базовую модель во внешне неподходящих случаях. Умение заменять терминологию. Умение выходить в надсистемы представлений.	
4.2. Уточнители периодизаций		Уточнить детали параметров каждого периода, уточнить названия периодов.	Умение видеть базовую модель независимо от деталей.	

Тип исследователя	Объекты изучения	Основные цели	Необходимые качества	Примеры (список после таблицы)
4.3. Иллюстраторы периодизаций		Подобрать примеры отнесения к тому или иному периоду.	Умение видеть базовую модель.	
5. Эволюционисты	Закономерности и причины последовательности событий.	Выстроить линии развития объекта или явления, подчиняющиеся имманентным закономерностям. Периоды исчезают либо становятся чисто номинальными.	Временное воображение (долгое), причинно-следственное мышление. Энциклопедическая эрудиция. Умение придумывать терминологию. Умение не относить факт к известной модели. Умение переходить от рассмотрения развития в онтогенезе к рассмотрению развития в филогенезе. Умение переходить от однофакторных систем к многофакторным. Умение выходить в надсистемы представлений. Умение преодолевать супермодель или менять её.	
5.1. Развиватели эволюций		Выявить основные элементы и механизмы развития объекта или явления.	Умение видеть базовую модель во внешне неподходящих случаях. Умение заменять терминологию. Умение переходить от однофакторных систем к многофакторным. Умение выходить в надсистемы представлений.	
5.2. Уточнители эволюций		Выявить детали элементов и механизмов развития объекта или явления.	Умение видеть базовую модель независимо от деталей.	
5.3. Иллюстраторы эволюций		Подобрать примеры, иллюстрирующие элементы и механизмы развития объекта или явления.	Умение видеть базовую модель.	
6. Эволюционисты-2	Закономерности изменения закономерностей развития объекта или явления.	Выявить «производную» эволюционных законов — то есть, закономерность, по которой меняется характер эволюции.		

Для экономии места мы не будем рассматривать примеры, относящиеся к этапам периодизаций и эволюций. Там ситуация аналогична.

Примеры к таблице качеств исследователя

1. В Средние века появляются так называемые травники, в которых даются описания и изображения полезных растений. Названия растений скорее соответствуют перечню их

признаков и каждым ботаником даются произвольно.

2. Принято считать, что об электричестве человечество узнало в тот момент, когда юная дочь Фалеса из Милета, замечательного наблюдателя и философа-материалиста, пытаясь очистить своё янтарное веретено от приставших к нему мелких пылинок и ниточек, заметила, что они снова спешат прилипнуть к нему...

3. Эрстед в 1820 году открыл, что ток отклоняет магнитную стрелку.

4. Фарадей, изучая прохождение тока через различные материалы, обнаружил, что вода пропускает ток, а лёд нет. Исследование проводилось в рамках выдвинутой Фарадеем же модели о том, что все материалы проводят ток, только в разной степени.

5. Вульстен умозрительно предположил, что отклонения стрелки — это вращение её вокруг проводника, и что можно получить обратное явление — вращение проводника вокруг стрелки.

6. Проблема: магнитная стрелка быстро успокаивается, если под неё подвести круг из немагнитного материала, но если круг вращать, начинает двигаться за ним. Фарадей, который уже перед этим выдвинул идею индукции токов, предложил следующее объяснение: во вращающемся круге индуктируются токи, которые тянут стрелку.

7. Фарадей изучал уже известные тогда линии распределения железных опилок на магните. Он дал им название «линий магнитной силы».

8. Прежде всего Фарадей радикально изменил терминологию электрохимических явлений, сложившуюся под влиянием неправильных воззрений, а потому введённую в заблуждения. Он заменил название *полюсы* для концов гальванической пары новым словом *электроды*, ввиду того, что со словом полюсы связывалось понятие о силе притяжения, которое..., совершенно отсутствует при электрохимическом разложении. Затем он назвал положительный электрод *анодом*, а отрицательный — *катодом*. Вещество, способное разлагаться электрическим током, Фарадей назвал *электролитом*, а сам акт разложения — *электролизом*.

9. По каким причинам возникает ток в батарее? Предыдущая модель Вольта — от соприкосновения металлов через смоченный проводник (энергия может возникать «из ничего»). Модель Фарадея — в основе тока в батарее лежит химическая реакция в батарее.

10. Вот сущность теории флогистона, основанной Бехером, развитой и переработанной Сталем: она признаёт существование особого элемента, флогистона, в большей или меньшей степени насыщающего все горючие тела. Он находится, например, в железе и в других металлах. Металл сгорает (окисляется) — флогистон выделяется; в этом разье-

динении двух тел и состоит горение. В результате получается окись, простое тело: металл минус флогистон.

a. Лавуазье. Новая модель: горение — это соединение с кислородом, который есть составная часть воздуха.

b. Фарадей присутствовал при разговоре Вульстена с Дэви о вращении магнитной стрелки вокруг проводника. Он предположил, что сила, вращающая стрелку, находится в самом проводнике, и вращает она магнитный полюс вокруг проводника.

11. Проблема: известно, что наэлектризованное тело возбуждает электричество в других телах. А проволока с током, хотя и является наэлектризованной, электричества в других проволоках не возбуждает.

Модель Фарадея — ток во второй проволоке возбуждается, но только в моменты включения и выключения тока в первой проволоке, т. е. до и после измерений. Прибор для постоянного прерывания тока позволил сделать индукционный ток непрерывным. Если замкнутый проводник подносить или отводить от проволоки с током, то в нём тоже индуцируется ток. Тот же результат от намагничивания и размагничивания сердечника в катушке. (Намагничивание железа в катушке с током уже было известно Эрстеду и Амперу.)

12. Круг, пересекавший магнитные линии Земли, в опыте Фарадея тоже дал ток. (Аналогию магнита и Земли ввёл Гильберт.)

13. Фарадей, исходя из модели единства сил, предположил, что свет и электричество едины. Значит, свет должен намагничиваться. Огромная серия безрезультатных опытов. Тогда он обратился к поляризованному свету. Открыл явление магнитного вращения плоскости поляризации. В рамках той же модели Фарадей обнаружил, что и электричество вызывает вращение плоскости поляризации.

14. Законы электрохимии Фарадей начал изучать в связи с тем, что до этого активно занимался химией. Законы изучены и сформулированы им в рамках известных ему химических представлений. Так, понятие «атомный вес» было известно только в химии, причём его не отделяли от «молекулярного веса», что тоже отразилось в формулировках Фарадея.

15. Фарадей сумел превратить хлор в жидкость давлением при выделении его из соединений. Этот метод он распространил на все газы. Обоснование — идея о том, что все га-

зы могут сжиматься. В рамках той же модели добавил внешнее давление и перевёл в жидкое состояние ранее не сжимаемые газы.

16. Шееле. Трактат о воздухе. «Огненный воздух» и флогистон, соединяясь, дают невосомую материю, которая свободно проходит сквозь стенки сосуда и исчезает в виде теплоты и света.

17. Пристли получил новый газ прокаливанием окиси ртути, которая считалась простым веществом. Объяснение Пристли: окись ртути, превращаясь в металл, отнимает флогистон у воздуха, остаётся «дефлогистированный воздух».

18. Теофраст (372–287 гг. до н. э.) — первая научная классификация растений. Теофраст разделил все растения на две группы: деревья-кустарники и полукустарники-травы. Деревья в свою очередь разделил на вечнозеленые и листопадные.

19. А Цезальпино разделил растения на 2 отдела и 15 классов. Описал более 1000 растений.

20. Джон Рей разделил цветковые на двудольные и однодольные по числу семядолей. Добавил признаки цветка, околоцветника, листьев и плодов.

21. К. Линней разделил растения на 24 класса по числу и расположению тычинок. Классы делились на 116 порядков по числу пестиков и строению плодов. Порядки включали более 1000 родов и 10 000 видов, иногда ещё и разновидности.

22. Гильберт разделил все известные «притяжения» и «отталкивания» и выделил из них те, которые относятся только к магниту.

23. Развивая теорию Бутлерова о строении органических веществ, Марковников пополнил её понятием о взаимодействии атомов между собой в молекуле органического вещества.

24. Мишель Адансон. Использовал для классификации растений не только признаки строения цветка, но и строение вегетативных органов. Ввёл новый таксон — семейство.

25. А. Браун построил первую филогенетическую классификацию.

26. А. Л. Жюсье и О. П. Деканоль. Ещё более точные классификации на основе внешнего сходства.

27. Классификации А. Энглера, Р. Веттштейна, Х. Халлира, В. Циммермана, Д. Хатчинсо-

на, Ч. Бесси, А. Кронквиста, Ф. А. Новака, И. Н. Горожанкина, Н. И. Кузнецова, Х. Я. Гоби, Б. Козо-Полянского, А. Гроссгейма, Н. Буша — всё больший комплекс признаков.

28. Классификация А. Л. Тахтяджяна — все последние достижения. 11 подклассов.

29. В. С. Андреев методами генетической археологии показал, что плодолистики возникают из несросшихся структур, а крупный цветок мака представляет собой редуцированное до одного цветка соцветие.

30. Э. Гаккель — первое филогенетическое древо организмов.

31. А. А. Гроссгейм — радиальный графический метод изображения системы покрытосеменных растений.

32. Обнаружив, что при сгорании серы и фосфора эти последние увеличиваются в весе, и предположив, что это происходит за счёт соединения с частью воздуха, Лавуазье объясняет присоединением части воздуха все процессы горения, а впоследствии и другие виды окисления.

33. Важнейшая заслуга Клаузиуса состояла в том, что он впервые применил метод средних величин. На его основе учёный сумел вычислить давление газа на стенки сосуда, как некий средний результат непрерывных ударов молекул газа об окружающие их преграды. Его метод привёл к созданию статистической физики.

34. В своих работах, посвящённых изучению колебаний, Даниил Бернулли исследовал малые колебания грузов, подвешенных на гибкой нити, а также подвешенного тяжёлого однородного каната, колебания струн и стержней, ввёл понятие простого гармонического колебания и обосновал положение о том, что общее колебание системы получается от сложения простых гармонических колебаний.

35. Фарадей, изучая магнетизм твёрдых тел, распространил эти модели на жидкости и газы, открыл атмосферный магнетизм Земли.

36. «Спасая» теорию атомных спектров, Абрахам Гаудсмит и Джордж Уленбек предположили, что электрон обладает собственным моментом импульса. Прошло ещё немного времени и выяснилось, что собственный момент импульса — спин — является свойством, присущим не только электрону, но и всем элементарным частицам.

37. Адольф Бастиан и Теодор Вайтц предложили концепцию «элементарных мыслей»,

присущих всем людям. На этом основании была построена одна из классификаций народов.

38. Показав, что окисление — это присоединение кислорода, Лавуазье классифицировал все неорганические вещества по этому принципу: оксиды металлов дают основания, оксиды неметаллов — кислоты, а и те, и другие вместе дают соли.

39. Метод весового определения не мог быть применён в химии до Лавуазье, поскольку считалось, что вес присущ не всем веществам. Чтобы понять его значение, нужно признать, что все химические тела имеют вес, что весомое тело не может превратиться в невесомое, что, наконец, ни единая частица материи не может исчезнуть или возникнуть из ничего.

40. Строение молекул объяснялось в рамках представлений Ньютона о притяжении. После работ А. Вольты, а затем Г. Дэви и И. Берцелиуса возникла новая, «дуалистическая» модель, которая объясняла строение молекул электрическими силами. На этом основании возникла совершенно иная, чем прежде, классификация химических соединений.

41. Считалось, что цвет кожи африканских племён зависит от температуры. Изучая Южную Африку, Д. Ливингстон пришёл к выводу, что это не однозначно. Он ввёл второй параметр — влажность воздуха. Новая классификация племён по цвету кожи оказалась гораздо более адекватной и даже позволила выявить общее происхождение некоторых разных племён.

42. Классификацию первобытных обществ Мак-Леннан обогатил категориями экзогамии и эндогамии, т. е. внутригрупповыми и межгрупповыми браками, и разделением патрилокальных и матрилокальных браков, которые он связывал с матриархальностью и патриархальностью.

Тему нельзя считать закрытой. В ней есть ещё много неисследованных моментов, противоречивых фактов, головоломок. Но модель уже сформировалась. Необходимо продолжать исследования.

Принять в них участие может каждый. Дерзайте! □